نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۷، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸، ص. ۳۸۷-۳۷۳

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 17, No. 3, Fall. 2019, p. 373-387

بررسی تأثیر سن نشاء و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی عروسک پشت پرده (*Physalis alkekengi* L.)

اشکان عسگری[1]، پرویز رضوانی‌مقدم[2*]، علیرضا کوچکی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۱۰

چکیده

این مطالعه با هدف تعیین مناسب‌ترین سن نشاء و تراکم از نظر عملکرد و اجزای عملکرد عروسک پشت پرده در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود. فاکتورهای آزمایش شامل سه سن نشاء (۵، ۸ و ۱۱ هفته) و چهار تراکم بوته (۵، ۶/۷، ۱۰ و ۲۰ بوته در متر مربع) بود. نتایج نشان داد بیشترین وزن میوه (۹۲ گرم) در بوته مربوط به تیمار سن نشاء ۱۱ هفته با تراکم ۵ بوته بود. بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمارهای سن نشاء ۱۱ و ۸ هفته در تراکم ۲۰ بوته به‌میزان ۱۶ تن در هکتار به‌دست آمد. بیشترین عملکرد میوه (۷/۱ تن) در تیمار سن نشاء ۱۱ هفته با تراکم ۱۰ بوته در متر مربع بالاترین مقدار بود. همچنین بیشترین تعداد میوه با میانگین ۱۰۹ عدد در سن نشاء ۱۱ هفته با تراکم ۵ بوته در متر مربع حاصل شد. ارتفاع بوته در تراکم ۲۰ بوته (۶۱ سانتی‌متر) بیشتر از تراکم‌های دیگر بود و همچنین ارتفاع در سن نشاء ۱۱ و ۸ هفته (به‌ترتیب ۵۲ و ۵۴ سانتی‌متر) بیشتر از سن ۵ هفته بود. شاخص برداشت در تراکم‌های ۵، ۶/۷ و ۱۰ بوته در سن ۱۱ و ۸ هفته بیشترین و در تراکم ۲۰ بوته کمترین مقدار را داشت. به‌طور کلی نشاهای با سن ۵ هفته از نظر بیشتر صفات وضعیت مناسبی نداشتند و همچنین تراکم ۲۰ بوته در متر مربع نیز در تمامی صفات به‌جز عملکرد بیولوژیک و ارتفاع بوته مناسب نبودند.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع بوته، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، عملکرد میوه، وزن هزار دانه

مقدمه

گیاهان دارویی از نظر اقتصادی اهمیت فراوانی دارند و تقاضا برای آن‌ها رو به افزایش است به همین دلیل مشکلاتی در طبیعت برای آن‌ها به‌وجود آمده که باعث افزایش خطر انقراض این گیاهان شده است. بنابراین کشت و اهلی‌کردن گیاهان دارویی در سیستم‌های زراعی باید مورد توجه قرار گیرد. شناخت نیازهای اکولوژیکی گیاهان در زیستگاه طبیعی اهمیت فراوانی دارد. از سوی دیگر فراهم‌کردن شرایط لازم برای رشد و تکثیر آن‌ها در سیستم‌های زراعی باید مورد توجه قرار گیرد (Ameri *et al*., 2007). تولید گیاهان دارویی به دلیل عدم شناخت کافی کشاورزان از نیازهای اکولوژیکی و مراحل کاشت تا برداشت با مشکلاتی مواجه بوده است (Sharma, 2004).

گیاه دارویی عروسک پشت پرده (*Physalis alkekengi* L.) متعلق به خانواده سیب‌زمینی و بومی قاره آمریکا است و در سایر نقاط جهان پراکنده شده‌اند (Travlos, 2012). برخی از گونه‌های جنس *Physalis* به‌عنوان میوه (*Physalis peruviana* L.)، زینتی و دارویی (*Physalis alkekengi* L.) و به‌عنوان سبزی (*Physalis ixocarpa* Brot.) کاربرد دارند (Quiros, 1984). این گیاه به‌طور گسترده در طب سنتی مورد استفاده قرار می‌گیرد که دلیل آن وجود استروئیدی به نام فیزالین می‌باشد (Yu *et al*., 2010). گیاه عروسک پشت پرده خواص درمانی مانند اثرات ضد سرطان، ضد هپاتیت دارد و برای درمان بیماری‌های آسم و دیابت نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد (Puente *et al*., 2011).

از عوامل مهم در به‌دست آوردن حداکثر عملکرد در گیاهان تعیین زمان مناسب کاشت می‌باشد. تقابل عوامل محیطی و ژنتیکی باعث می‌شود که تاریخ کاشت، سن و زمان انتقال نشاء در مناطق مختلف و حتی در ژنوتیپ‌های مختلف نیز تفاوت داشته باشد (Hadley *et al*., 1983). معمولاً برای کشت و تولید گیاهان زراعی با بذرهای ریز یا گیاهانی که در مراحل اولیه، رشد ضعیفی دارند از نشاء به جای کشت مستقیم استفاده می‌شود که عروسک‌پشت‌پرده نیز جزء این دسته از گیاهان محسوب می‌گردد. شرایط انتقال نشاء، می‌تواند تعیین‌کننده بقا آن باشد. مرحله انتقال نشاء را می‌توان با توجه به سن نشاء یا اندازه آن تعیین کرد. بر اساس اندازه نشاء، تعداد برگ در زمان انتقال

۱- دانشجوی دکتری بوم‌شناسی زراعی، گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- استاد گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استاد گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Emial: rezvani@um.ac.ir)
DOI: 10.22067/gsc.v17i3.68378

به‌عنوان یک معیار در نظر گرفته می‌شود (Vavrina, 1998). سن نشاء یکی از عوامل تأثیرگذار بر زنده ماندن نشاء و عملکرد گیاه می‌باشد. انتخاب سن مناسب نشاء موجب هم‌زمانی مراحل رشدی با نور و دمای مناسب می‌گردد. زمان و مرحله انتقال نشاء در گیاهان سبزی و صیفی بر رشد و عملکرد آن‌ها تأثیر دارد. هناره و حسنی (Hanare and Hassani, 2014) اثر زمان انتقال نشاء در مراحل فنولوژیکی و عمق کاشت نشاء بر رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) را بررسی کردند. نتایج نشان داد که مرحله انتقال نشاء بر صفات عملکرد، تعداد میوه، تعداد شاخه، درصد تلفات نشاء و ارتفاع گیاه اثر معنی‌داری داشت. اندازه مناسب نشاء یکی از عوامل مهم در گزینش نشاء در کشت‌های نشائی محصولات می‌باشد. ایزدخواه و همکاران (Izad Khah *et al*., 2011) اثر سن و اندازه‌های مختلف نشاء بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی ویژگی‌های انباری پیاز (*Allium cepa* L.) را بررسی کردند. نتایج نشان داد که اثر اندازه نشاء روی تمام ویژگی‌های مورد بررسی تأثیر معنی‌داری داشت. طی تحقیقات انجام شده بر روی سن نشاء گوجه‌فرنگی با توجه به شرایط آزمایش، هر یک از محققین یک سن خاص را به‌عنوان سن مطلوب معرفی کرده‌اند، کوپر و مورلوک (Cooper and Morelock, 1983) سن ۷ هفته، لیپتای (Liptay, 1987) سن ۶ و ۷ هفته، لسکوار و همکاران (Leskovar *et al*., 1991) ۴ و ۵ هفته و واورینا (Vavrina, 1998) ۹ هفته را به‌عنوان بهترین سن نشاء برای دستیابی به حداکثر عملکرد گزارش کردند.

تعیین تراکم مناسب برای دستیابی به حداکثر عملکرد امری ضروری است. اگر تراکم بوته در واحد سطح کم باشد، منابع به‌طور کامل مورد استفاده قرار نمی‌گیرد و در نتیجه تولید در واحد سطح کاهش می‌یابد و در طرف مقابل اگر تراکم زیاد باشد به دلیل افزایش رقابت بر سر منابع در مراحل رشدی، تولید کاهش می‌یابد (Martin and Deo, 2000). بنابراین تعیین تراکم مناسب با توجه به کلیه شرایط می‌تواند در حصول عملکرد کافی مفید باشد (Barkhi *et al*., 2009). عملکرد، کیفیت و سایز میوه تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله تراکم گیاهی قرار می‌گیرد (Ara *et al*., 2007). تراکم کاشت و تعداد ساقه در گیاه بر تعداد میوه در واحد سطح و تعداد میوه در بوته تأثیر می‌گذارند (Franco *et al*., 2009). گزارش شده است که تراکم گیاهی، فاکتور مهمی در بهبود عملکرد و کیفیت در گوجه‌فرنگی است (Ara *et al*., 2007). در بررسی تأثیر تراکم‌های مختلف کاشت (۵، ۱۰ و ۲۸ بوته در متر مربع) و نوع هرس برروی یک گونه عروسک پشت پرده (*Physalis ixocarpa*) نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد در تراکم ۲۸ بوته به‌دست آمد (Peixoto *et al*., 2010). در طی تحقیقی بر روی گونه *Physalis pubescens* فاصله ردیف ۱۰۰ سانتی‌متر و بین بوته ۳۰ سانتی‌متر به‌عنوان بهترین تراکم گزارش شد (Ponce Valerio *et al*., 2012). هدف از این تحقیق بررسی تأثیر سنین مختلف نشاء و تراکم‌های مختلف کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی عروسک پشت پرده در شرایط آب و هوایی مشهد بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی شامل سه سن نشاء (۵، ۸ و ۱۱ هفته) و چهار تراکم بوته (۵، ۶/۷، ۱۰ و ۲۰ بوته در متر مربع) بود. باتوجه به اینکه تاکنون مطالعه‌ای برروی خصوصیات زراعی این گیاه انجام نشده تراکم بوته‌ها بر اساس بررسی‌های میدانی و ارتفاع و قطر تاج بوته درنظر گرفته شد. با توجه به اینکه رشد گیاه عروسک پشت پرده در ابتدای فصل بسیار ضعیف است، بنابراین نسبت به گیاهان دیگر مدت زمان بیشتری برای انتقال نشاء در نظر گرفته شد. مراحل آماده‌سازی زمین شامل شخم اولیه، تسطیح زمین و ایجاد جوی و پشته قبل از کاشت انجام گرفتند. ابعاد کرت‌ها در این آزمایش ۳×۲ متر و فاصله بین ردیف ها ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله بین کرت‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بلوک‌ها یک متر بود.

نشاها در سینی‌های نشاء به حجم ۲۶ سی‌سی و بستر ترکیبی کوکوپیت+پیت‌ماس (نسبت اختلاط ۱ به ۲) در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی تولید شدند. به منظور آماده‌سازی زمین عملیات زراعی شامل شخم، دیسک و تسطیح زمین و سپس با استفاده از فاروئر ردیف‌های کاشت ایجاد شد. کلیه نشاها در تاریخ ۱۵ اردیبهشت به زمین اصلی منتقل شدند. سه روز قبل از انتقال نشاها زمین آبیاری شده و بعد از اتمام کاشت نشاها مجدداً آبیاری صورت گرفت. آبیاری، در اوایل فصل رشد گیاه تا زمان استقرار گیاه با فاصله زمانی کم و به‌صورت هفته‌ای دو بار انجام و بعد از آن از مقدار آبیاری کاسته شد. کنترل علف‌های هرز در طی آزمایش در سه مرحله از طریق وجین دستی صورت گرفت.

برای تعیین صفات مورد نظر گیاه عروسک پشت پرده (ارتفاع، تعداد میوه در بوته، وزن خشک میوه در بوته، وزن خشک تک میوه، تعداد دانه در هر میوه و وزن هزار دانه) پنج بوته به‌صورت تصادفی از هر کرت انتخاب و برداشت شد. در زمان رسیدگی برای تعیین عملکرد میوه و بیولوژیک و شاخص برداشت، با در نظر گرفتن حاشیه، سطحی معادل یک متر مربع از هر کرت برداشت شد. برای تعیین وزن خشک هریک از صفات، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون قرار داده شدند.

جهت تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها از نرم‌افزار SAS 9.1 و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد و میانگین داده‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند. برای

تجزیه تکمیلی و فهم دقیق‌تر صفاتی که اثرمتقابل سن نشاء و تراکم در آن‌ها معنی‌دار شد با استفاده از روش LSMeans برش‌دهی اثر متقابل نسبت به سن نشاء انجام شد.

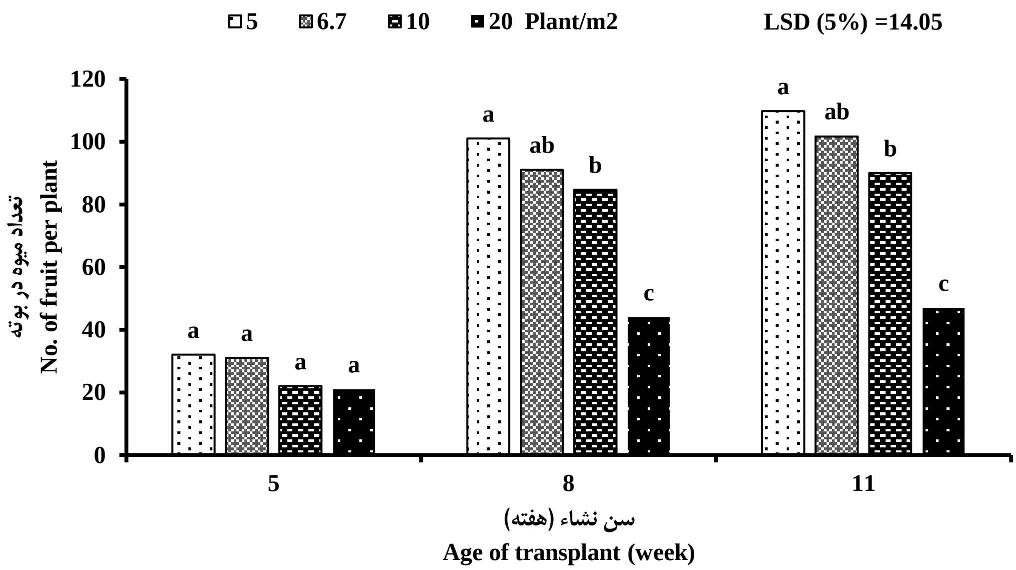
نتایج و بحث

تعداد میوه در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سن نشاء، تراکم بوته در واحد سطح و اثرمتقابل سن نشاء و تراکم در سطح یک درصد بر تعداد میوه در بوته عروسک پشت پرده معنی‌دار بود (جدول ۱). از آنجایی‌که اثر متقابل سن نشاء و تراکم بوته معنی‌دار بود برش‌دهی اثرات متقابل برای این صفت انجام شد. نتایج برش‌دهی در این صفت نشان داد که اثر سطوح تراکم در سنین ۱۱ و ۸ هفته در سطح یک درصد معنی‌دار بود ولی در سن ۵ هفته این اثر معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین تراکم‌ها در هر سن نشاء نشان داد که در سن ۱۱ و ۸ هفته، تعداد میوه در تراکم ۵ بوته (به‌ترتیب ۱۰۹ و ۱۰۱ عدد) و در سن ۱۱ هفته با تراکم ۶/۷ بوته (۱۰۱ عدد) بیشتر از سایرین بود و با تراکم‌های ۱۰ و ۲۰ بوته اختلاف معنی‌داری داشت. همچنین در سن ۵ هفته تعداد میوه در تراکم ۵ و ۶/۷ بوته با اختلاف بسیار جزئی بیشتر از دو تراکم دیگر بود که اختلاف آن‌ها نیز از نظر آماری معنی‌دار نبود (شکل ۱). مقایسه میانگین اثرات اصلی سطوح تراکم نشان داد که بیشترین میانگین تعداد میوه در بوته در تراکم‌های ۵ و ۶/۷ بوته (به‌ترتیب ۸۰ و ۷۴ عدد) به‌دست آمد و اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشته ولی اختلاف آن‌ها با تراکم ۱۰ و ۲۰ بوته (۶۵ و ۳۷ عدد) معنی‌دار بود (جدول ۳).

با افزایش تراکم، تعداد گل یا میوه در بوته کاهش ولی در واحد سطح افزایش می‌یابد که به دلیل رقابت درون و برون بوته‌ای بر سر عوامل محیطی می‌باشد (Seghat Al-Eslami and Mousavi, 2008). برخی از محققان گزارش کردند که تراکم کاشت در گیاه گوجه‌فرنگی تأثیر معنی‌داری بر تعداد میوه دارد (Charlo *et al*., 2007; Ara *et al*., 2007). در گونه *Physalis peruviana* تعداد میوه با افزایش فاصله بین بوته‌ای افزایش یافت (Rajnish and Kumar, 2006).

مقایسه میانگین تیمارهای سنین مختلف نشاء نشان داد که تعداد میوه در سن نشاء ۱۱ و ۸ هفته (به‌ترتیب ۸۷ و ۸۰ عدد) بیشترین مقدار و اختلاف آن‌ها با سن ۵ هفته معنی‌دار بود. میانگین تعداد میوه در سن نشاء ۱۱ هفته حدود ۲/۳ برابر بیشتر از سن ۵ هفته بود (جدول ۳). کم بودن تعداد میوه در سن ۵ هفته به دلیل رشد رویشی ضعیف بوته‌ها در اوایل فصل رشد و در نتیجه کاهش رشد زایشی می‌باشد. بررسی انجام شده بر روی پنبه نشان داد که سن نشاء بر روی زنده‌مانی و رشد این گیاه تأثیر به‌سزایی دارد و انتخاب سن مناسب نشاء اهمیت فراوانی دارد (Buttar *et al*., 2011).



شکل ۱- مقایسه میانگین تراکم‌های مختلف در هر سطح سن نشاء برای تعداد میوه در بوته عروسک پشت پرده

Figure 1- Mean comparison for different plant density and different age of *Physalis alkekengi* transplant for No. of fruit per plant

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده تحت تأثیر تراکم بوته و سن نشاء در عروسک پشت پرده

Table 1-Analysis of variance for the effect of plant density and age of *Physalisalkekengi* transplant on studied characteristics

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی d.f	تعداد میوه در بوته No. of fruit per plant	وزن میوه در بوته Weight of fruit per plant	وزن میوه Fruit weight	تعداد دانه در میوه No. of seed per fruit	وزن هزار دانه 1000-seed weight	ارتفاع بوته Plant height	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد میوه Fruit yield	شاخص برداشت میوه Fruit harvest index
		میانگین مربعات Mean of squares								
بلوک Block	2	1483**	824**	0.0037^{ns}	1147**	0.550**	320*	40.8**	7.16**	27.25^{ns}
سن نشاء Age of transplant (A)	2	3326**	3971**	0.1390**	2516**	0.194*	1310**	73.7**	4.13**	791.14**
تراکم Plant density (P)	3	13196**	11624**	0.3497**	12566**	1.756**	847**	319.6**	70.84**	374.52**
A× P	6	496**	798**	0.0393**	128^{ns}	0.038^{ns}	30.56^{ns}	4.3**	1.94**	120.14*
خطا Error	22	68	36.58	0.0042	103	0.047	85.71	0.78	0.24	36.42
ضریب تغییرات CV (%)		12.8	12.5	9.8	11.3	8.5	19.1	9.5	12.4	13.9

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد؛ ns: غیر معنی‌دار

* and **: are significant at the 5 and 1% probability levels, respectively and ns is non-significant

جدول ۲- برش‌دهی اثرات متقابل تراکم بوته در سنین مختلف نشاء عروسک پشت پرده

Table 2- Slicing of plant density and different age of *Physalisalkekengi* transplant interactions

سن نشاء (هفته) Age of transplant (Week)	درجه آزادی d.f	تعداد میوه در بوته No. of fruit per plant	وزن میوه در بوته Weight of fruit per plant	وزن میوه Fruit weight	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد میوه Fruit yield	شاخص برداشت میوه Fruit harvest index
		میانگین مربعات Mean of squares					
11	3	2337**	3157**	0.142**	31.19**	5.19**	545.6**
8	3	1879**	2387**	0.073**	42.23**	2.045**	442.5**
5	3	101^{ns}	22.56^{ns}	0.001^{ns}	8.99**	0.79*	43.2^{ns}

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد؛ ns: غیر معنی‌دار

* and **: are significant at the 5 and 1% probability levels, respectively and ns is non-significant

وزن خشک میوه در بوته

نتایج تجزیه واریانس آماری داده‌ها نشان داد که اثـر سـن نشـاء، تراکم بوته و اثرمتقابل سن نشاء و تراکم در سطح یک درصد بـر وزن خشک میوه در بوته معنی‌دار بود (جدول ۱). با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل، برش‌دهی اثرات متقابل برای ایـن صـفت انجـام شـد کـه نتایج آن نشان داد که اثر سطوح مختلف تراکم در سنین نشاء ۱۱ و ۸ هفته در سطح یک درصد معنی‌دار بود، ولی در سن نشاء ۵ هفتـه اثـر تراکم بوته معنی‌دار نبود (جدول ۲) که ایـن موضـوع بـه دلیـل رشـد ضعیف نشاهای سن ۵ هفته می‌باشـد. مقایسـه میـانگین تـراکم‌هـای مختلف در هر سطح سن نشاء برای وزن میوه در بوته (شکل ۲) نشان داد که در سن نشاء ۵ هفته بین تراکم‌های مختلف تفاوت معنـی‌داری مشاهده نشد، ولی با افزایش تراکم از ۵ به ۲۰ بوته در سنین نشاء ۱۱ و ۸ هفته، وزن میوه در بوته کاهش یافت که البته بین تراکم‌های ۵ و ۶/۷ بوته اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

به طور کلی صرف نظر از تیمارهای تراکم، نشاهای ۱۱ و ۸ هفته مقدار میوه خشک بیشتری در مقایسه با نشـاء ۵ هفتـه تولیـد کردنـد (جدول ۳). نشاهای ۵ هفته‌ای در زمان انتقال به مزرعه اندازه مناسبی از نظر شاخساره و ریشه نداشتند که همین عوامل موجب کندی رشـد آنها در اوایل فصل و در نتیجه تاخیر رشد آنها در مقایسه بـا نشـاهای ۱۱ و ۸ هفته گردید. همچنین تعداد زیادی از این نشاها پس از مـدتی به‌دلیل ضعیف بودن بعد از انتقال به مزرعه از بین رفتند. گزارش‌هایی وجود دارد که نشاهای مسن‌تـر زودتـر بـه مرحلـه گلـدهی رسـیده و عملکرد بالاتری دارند (Jankauskiene *et al*., 2013).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی تراکم بوته و سن نشاء بر صفات اندازه‌گیری شده در عروسک پشت پرده

Table 3- Mean comparison for the effect of plant density and different age of *Physalisalkekengi* transplant on studied characteristics

تیمار **Treatment**	تعداد میوه در بوته **No. of fruit per plant**	وزن میوه در بوته **Weight of fruit per plant (g)**	وزن میوه **Fruit weight (g)**	تعداد دانه در میوه **No. of seed per fruit**	وزن هزار دانه **1000-seed weight (g)**	ارتفاع بوته **Plant height (cm)**	عملکرد بیولوژیک **Biological yield ($t\ ha^{-1}$)**	عملکرد میوه **Fruit yield ($t\ ha^{-1}$)**	شاخص برداشت میوه **Fruit harvest index %**
سن نشاء (هفته) Age of transplant (Week)									
11	87.08^{a}	68.30^{a}	0.75^{a}	109.5^{a}	2.87^{a}	52.25^{a}	12.73^{a}	5.48^{a}	45.04^{a}
8	80.16^{a}	64.49^{a}	0.77^{a}	108.4^{a}	2.69^{b}	54.16^{a}	11.74^{b}	5.30^{a}	47.99^{a}
5	26.50^{b}	12.59^{b}	0.47^{b}	52.9^{b}	2.14^{c}	38.75^{b}	3.33^{c}	1.18^{b}	37.18^{b}
LSD (0.05٪)	7.02	5.12	0.05	8.61	0.18	7.83	0.74	0.42	5.11
تراکم Density (plant m^{-2})									
20	37.33^{c}	18.79^{c}	0.49^{c}	69.11^{c}	2.37^{b}	61.44^{a}	12.98^{a}	3.75^{b}	29.51^{b}
10	65.55^{b}	48.50^{b}	0.68^{b}	85.44^{b}	2.54^{ab}	55.77^{a}	9.77^{b}	4.85^{a}	46.01^{a}
6.7	74.55^{a}	61.83^{a}	0.77^{a}	99.44^{a}	2.66^{a}	39.33^{b}	8.07^{c}	4.12^{b}	48.76^{a}
5	80.88^{a}	64.72^{a}	0.72^{ab}	107.11^{a}	2.70^{a}	37.00^{b}	6.24^{d}	3.23^{c}	49.34^{a}
LSD (0.05٪)	8.11	5.91	0.06	9.95	0.21	9.05	0.86	0.48	5.9

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد؛ ns: غیر معنی‌دار

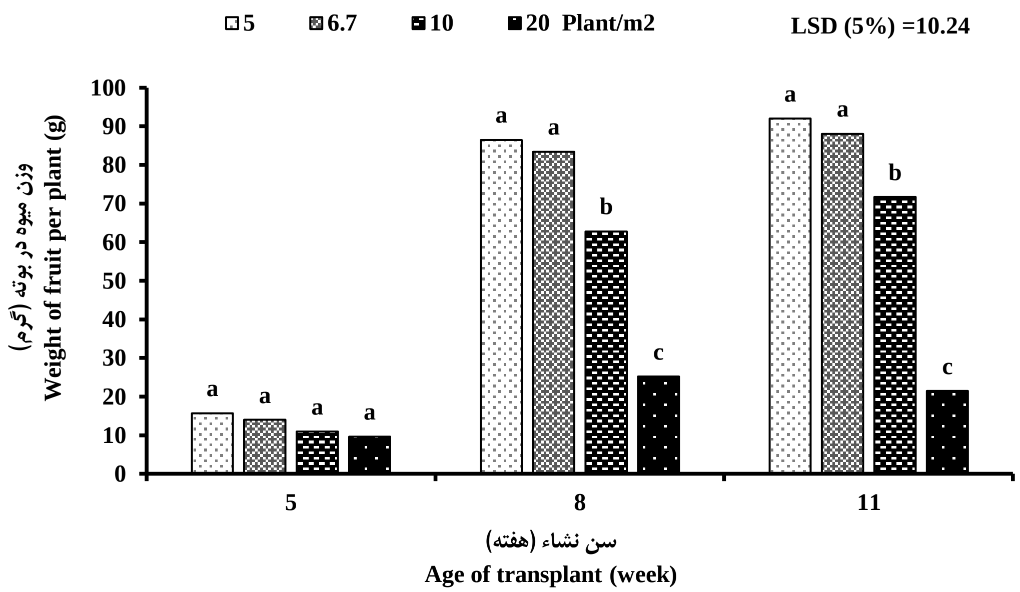
* and **: are significant at the 5 and 1% probability levels, respectively and ns is non-significant

فرچون و همکاران (Fortune *et al.*, 1999) اظهار داشتند که کاشت زودهنگام گیاهان یا گیاهچه‌های بزرگتر موجب افزایش جذب نور و سطح برگ می‌گردد که در نتیجه افزایش وزن خشک و عملکرد را به همراه دارد.

همچنین صرف‌نظر از سنین مختلف نشاء، تراکم‌های ۵ و ۶/۷ بوته در متر مربع از مقدار میوه خشک بیشتری در بوته برخوردار بودند (جدول ۳). در تراکم‌های پایین منابع به مقدار کافی در اختیار گیاه قرار می‌گیرد و در نتیجه مقدار تولید میوه در بوته افزایش می‌یابد ولی در تراکم‌های زیاد به دلیل رقابت موجود بین بوته‌ها بر سر منابع، مقدار تولید مواد فتوسنتزی کم می‌شود. با افزایش تراکم وزن میوه در هر بوته کاهش یافته به‌طوری‌که در کمترین تراکم بیشترین میزان وزن میوه به‌دست می‌آید. تراکم مطلوب بوته تراکمی است که تمامی عوامل محیطی مورد استفاده قرار گرفته و رقابت بین و درون بوته‌ای در حداقل مقدار خود قرار داشته باشد (Asgarnezhad *et al.*, 2013). علی و سینگ (Ali and Singh, 2016) اظهار داشتند که در گونه *Physalis peruviana* در تراکم‌های بالا، تولید ماده خشک تک بوته‌ها کاهش می‌یابد ولی زیاد بودن تعداد بوته در واحد سطح کمبود تولید تک بوته را جبران می‌نماید. کلینک (Klinac, 1986)، مهلا و همکاران (Mehla *et al.*, 2000) و توآن و مائو (Tuan and Mao, 2015) در گیاه گوجه‌فرنگی و احمد (Ahmad, 2009) در گیاه توت‌فرنگی (*Fragaria ananassa* L.) نتایج مشابهی را گزارش کردند.

وزن تک میوه

اثر سن نشاء، تراکم بوته و اثر متقابل آن‌ها در سطح یک درصد بر میانگین وزن خشک تک میوه معنی‌دار شد (جدول ۱). نتایج برش‌دهی اثرات متقابل نشان داد که اثر سطوح مختلف تراکم در سنین نشاء ۱۱ و ۸ هفته معنی‌دار بود ولی در سن ۵ هفته معنی‌دار نبود (جدول ۲). دلیل آن رشد ضعیف نشاهای سن ۵ هفته می‌باشد که در کل آزمایش و در تمامی صفات این نشاها ضعیف‌تر از سن‌های ۱۱ و ۸ هفته بودند. مقایسه میانگین تراکم‌های مختلف در هر سطح سن نشاء بر صفت وزن تک میوه نشان داد که در سن ۵ هفته تفاوت معنی‌داری بین تراکم‌ها وجود نداشت ولی در سن ۱۱ و ۸ هفته تراکم ۶/۷ بوته (۰/۹۴ و ۰/۹۲ گرم) بیشترین مقدار وزن میوه به‌دست آمد و اختلاف آن با تراکم‌های دیگر معنی‌دار بود (شکل ۳). با توجه به جدول مقایسه میانگین اثرات اصلی سنین نشاء (جدول ۳)، وزن خشک تک میوه در نشاهای ۱۱ و ۸ هفته حدود ۶۰ درصد بیشتر از سن ۵ هفته بود و اختلاف بین آن‌ها نیز در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. جنت (Gent, 1992) گزارش کرد که تاریخ‌های مختلف انتقال و سن نشاء گوجه‌فرنگی بر اندازه میوه تأثیر دارد. همچنین امینی و همکاران (Amini *et al.*, 2013) گزارش کردند که بالاترین وزن میوه گوجه‌فرنگی در گیاهچه‌های مسن‌تر اتفاق افتاد.

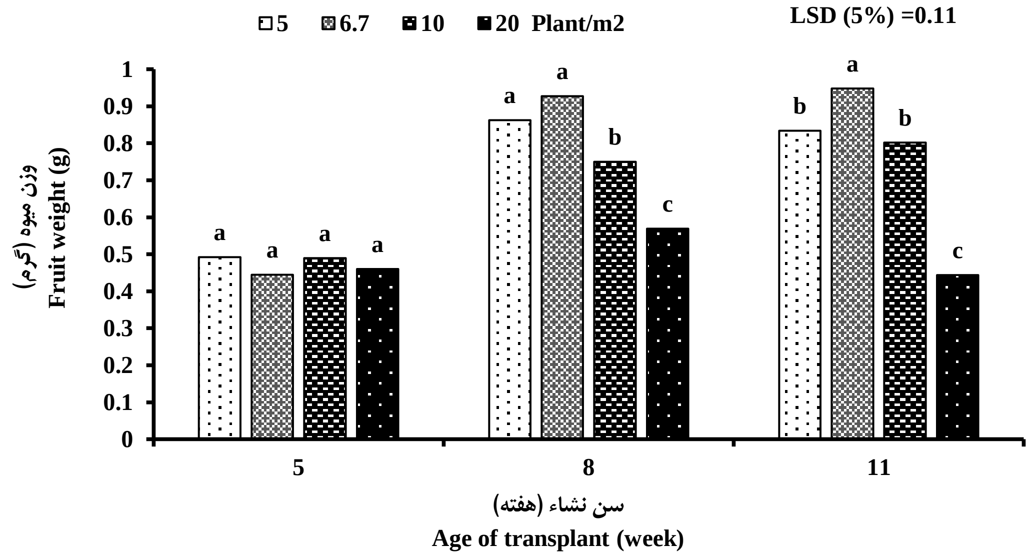


شکل ۲- مقایسه میانگین تراکم‌های مختلف در هر سطح سن نشاء برای وزن میوه در بوته عروسک پشت پرده
Figure 2- Mean comparison for different plant density and different age of *Physalis alkekengi* transplant for fruit weight

به‌طور کلی صرف‌نظر از تیمارهای سن نشاء، تراکم‌های ۵ و ۶/۷ بوته میانگین وزن میوه بیشتری نسبت به تراکم‌های ۱۰ و ۲۰ بوته داشتند و در تراکم‌های کمتر مقدار وزن میوه بیشتر بود (جدول ۳). با افزایش تراکم، مقدار تولید مواد فتوسنتزی در بوته کاهش می‌یابد بنابراین بر وزن تک میوه نیز تأثیرگذار خواهد بود و دلیل آن افزایش رقابت برون و درون بوته‌ای بر سر منابع می‌باشد. تبریزی و همکاران (Tabrizi *et al*., 2016) گزارش کردند که تراکم بر عملکرد، تعداد و وزن میوه در بوته و وزن تک میوه در گونه *Physalis peruviana* تأثیر معنادار دارد و بیشترین وزن خشک تک میوه در کمترین تراکم مشاهده شد. سبولا (Cebula, 1995) گزارش کرد که وزن میوه فلفل (*Capsicum frutesens*) در تراکم‌های بالاتر کاهش می‌یابد. الیو و همکاران (Elio *et al*., 1998) نیز در بررسی تأثیر تراکم روی فلفل گزارش کردند که تراکم روی تولید میوه‌هایی با وزن بالا موثر است. گزارش شده که تراکم‌های کمتر (فاصله بین ردیف ۱۰۰ و روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر) در فلفل دلمه‌ای (*Capsicum annuum*) سبب افزایش وزن میوه در بوته می‌شود (Aminifard *et al*., 2012). علی و سینگ (Ali and Singh, 2016) اظهار داشتند که در گونه *Physalis peruviana* تراکم بوته بر روی وزن میوه نیز تأثیر معنی‌دار داشته و در تیمار بیشترین فاصله بوته، بیشترین میانگین وزن میوه را داشت و که دلیل آن مرتبط با کاهش نور و مواد غذایی در تراکم فشرده می‌باشد که در نتیجه مقدار فتوسنتز و جابه‌جایی مواد در گیاه کاهش یافته و میوه‌های کوچکتری به‌دست می‌آیند. کاهش وزن میوه در تراکم‌های بالاتر توسط سینگ و همکاران (Singh *et al*., 2002) در گیاه گوجه‌فرنگی نیز گزارش شده است. بیشترین وزن میوه گونه *Physalis peruviana* در تیمارهای بالای نیتروژن و تراکم کمتر مشاهده شد (Rajnish and Kumar, 2006). صیفی و همکاران (Seifi *et al*., 2008) اثر تراکم را بر خصوصیات کیفی میوه دو رقم فلفل بررسی کردند، نتایج آن‌ها نشان داد که تراکم بر وزن میوه تأثیر معنی‌داری داشت.

تعداد دانه در میوه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر سن نشاء و تراکم بوته بر تعداد دانه در میوه معنی‌دار شد و اثر متقابل بین این دو عامل تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در میوه نداشت. به‌طورکلی صرف‌نظر از تیمارهای تراکم، نشاهای با سن ۱۱ هفته با ۱۰۹ دانه و نشاء سن ۸ هفته با ۱۰۸ دانه نسبت سن ۵ هفته از تعداد دانه بیشتری برخوردار بودند (جدول ۳). تولوکو (Tulukcu, 2012) تعداد بذر در هر میوه گونه *Physalis peruviana* بین ۱۱۱ تا ۱۷۶ عدد گزارش کرد. سلیمانی و همکاران (Soleymani Sardoo *et al*., 2015) عنوان کردند که هر عاملی که باعث کوتاه شدن طول دوره رشد گیاه شود، موجب کاهش عملکرد دانه در ماش می‌شود به دلیل رشد رویشی کم و در نتیجه تولید مواد فتوسنتری کاهش می‌یابد که همین مسئله موجب کاهش عملکرد می‌گردد. همچنین کاهش طول دوره رشد در نتیجه کاهش پتانسیل فتوسنتزی و برخورد دوره‌های حساس گیاه با دماهای بالا می‌باشد. سن نشاء و زمان کاشت بر طول دوره رشد رویشی و زایشی گیاه تأثیرگذار است و طول دوره گلدهی و پر شدن دانه تعیین‌کننده می‌باشد (Pirzad *et al*., 2008).



شکل ۳- مقایسه میانگین تراکم‌های مختلف در هر سطح سن نشاء برای وزن تک میوه عروسک پشت پرده

Figure 3- Mean comparison for different plant density and different age of *Physalis alkekengi* transplant for fruit weight

مقایسه میانگین اثرات اصلی سطوح تراکم نیز نشان داد که بیشترین تعداد دانه در میوه در تراکم‌های ۵ و ۶/۷ بوته در متر مربع به‌ترتیب ۱۰۷ و ۹۹ دانه بودکه اختلاف بین آن‌ها معنی‌دار نبود و کمترین تعداد دانه در میوه (۶۹ عدد) در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد (جدول ۳). هاشمی دزفولی و هربرت (Hashemi-Dezfouli and Herbert, 1992) علت کم بودن دانه در تراکم‌های زیاد را عقیمی بوته‌ها و رقابت بر سر منابع می‌دانند. چوپان و همکاران (Choopan *et al*., 2014) گزارش کردند که با افزایش تراکم در گیاه کدو پوست کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) عملکرد دانه و تعداد دانه در واحد سطح کاهش می‌یابد. عملکرد دانه در تراکم‌های بالا به دلیل کاهش تعداد شاخه‌های فرعی و کاهش تعداد خورجین در بوته کاهش می‌یابد. نحوه قرارگیری بوته‌ها در مزرعه بر جذب عوامل محیطی و رقابت درون و برون بوته‌ای تأثیر می‌گذارد و در نهایت عملکرد نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Pirzad *et al*., 2008).

وزن هزار دانه

سن نشاء و تراکم بوته بر وزن هزار دانه معنی‌دار شد، ولی اثر متقابل سن نشاء و تراکم کاشت در این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین سطوح مختلف سنین نشاء نشان می‌دهد که بیشترین وزن هزار دانه مربوط به نشاهای با سن ۱۱ هفته (۲/۸۷ گرم) و کمترین آن در سن ۵ هفته (۲/۱۴) بود (جدول ۳). همچنین مقایسه میانگین اثرات اصلی تراکم بر وزن هزار دانه نیز نشان داد که تراکم‌های ۵ و ۶/۷ بوته در متر مربع به‌ترتیب با میانگین ۲/۷ و ۲/۶۶ گرم دارای بیشترین و تراکم‌های ۱۰ و ۲۰ بوته در متر مربع دارای کمترین وزن هزار دانه بودند (جدول ۳). افزایش بیش از حد تراکم بوته‌ها مواد فتوسنتزی صرف رشد رویشی یا تنفس می‌گردند و در واقع برای رشد دانه مصرف نمی‌شوند (Rahnama, 2007). چوپان و همکاران (Choopan *et al*., 2014) گزارش کردند که با افزایش تراکم وزن هزار دانه کدو پوست کاغذی کاهش یافت. در کاشت زود هنگام گیاه یا نشاهای مسن‌تر، قادر خواهند بود مخزن زایشی را بهتر تغذیه کنند در نتیجه عملکرد دانه افزایش می‌یابد (Singh *et al*., 2002).

ارتفاع بوته

نتایج نشان داد که اثر سن نشاء و تراکم بوته در سطح ۱ درصد بر ارتفاع بوته عروسک پشت پرده معنی‌دار بود ولی اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی سن نشاء نشان داد که در بین سنین مختلف نشاء بیشترین ارتفاع در نشاهای ۱۱ و ۸ هفته رتیب با میانگین ۵۲ و ۵۴ سانتی‌متر مشاهده شد و نشاهای ۵ هفته کمترین ارتفاع را داشتند (جدول ۳). ابراهیم و همکاران (Ibrahim *et al*., 2013) اثر سن نشاء فلفل را بر ارتفاع گیاه و تعداد شاخه معنی‌داری گزارش کردند. واورینا (Vavrina, 1998) در بررسی تأثیر سن نشاء بر روی تولید گوجه‌فرنگی گزارش کرد بیشترین ارتفاع بوته در تیمار ۱۱ هفته مشاهده شد. تولوکو (Tulukcu, 2012) ارتفاع گونه *Physalis peruviana* را ۷۶–۴۸ سانتی‌متر گزارش کرد که تا حدودی مشابه نتایج این آزمایش است.

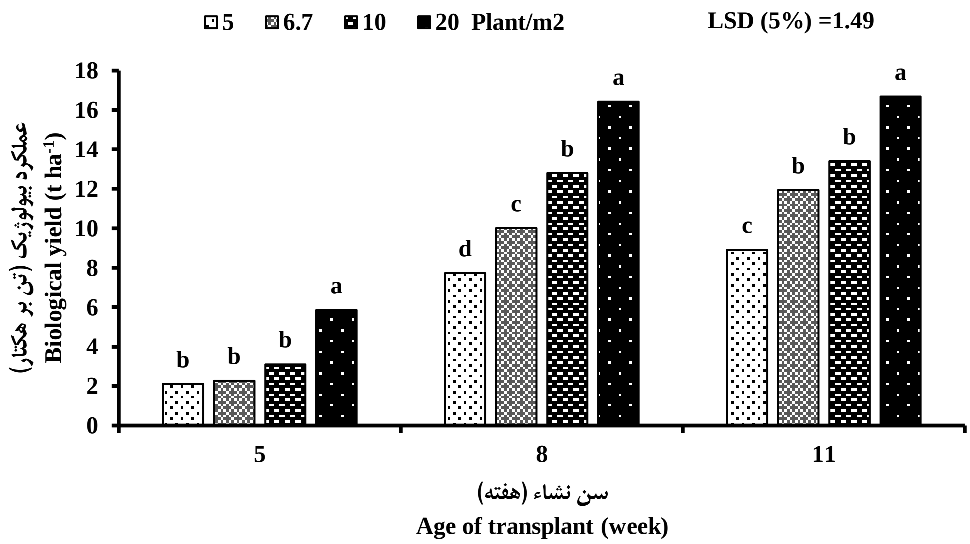
با توجه به جدول مقایسه میانگین اثرات اصلی سطوح تراکم (جدول ۳)، بیشترین ارتفاع بوته در تراکم ۲۰ بوته در متر مربع به‌دست آمد که حدود ۶۰٪ بیشتر از ارتفاع بوته در تراکم ۵ بوته بود و اختلاف بین تراکم ۲۰ و ۱۰ بوته با تراکم‌های ۵ و ۶/۷ بوته معنی‌دار بود.

افزایش تراکم بیش از حد باعث افزایش ارتفاع بوته، افزایش طول میانگره و کاهش قطر ساقه می‌شود (Khajehpour, 1994). افزایش تراکم بوته در واحد سطح باعث افزایش رقابت بین بوته‌ها برای مواد غذایی و نور می‌گردد به‌طوری‌که گیاهان در شرایط رقابت برای کسب فضا و نور بیشتر، ارتفاع خود را افزایش می‌دهند (Shukla and Dixit, 2000). افزایش ارتفاع و کاهش تعداد شاخه جانبی در گیاه *Physalis peruviana* در اثر افزایش تراکم توسط جیراپو و کومار (Girapu and Kumar, 2006) گزارش شد. کلینک (Klinac, 1986) گزارش کرد بیشترین ارتفاع بوته در گیاه عروسک پشت پرده *Physalis peruviana* در فاصله بین بوته‌ای ۲۰ سانتی‌متر مشاهده شد. علی و سینگ (Ali and Singh, 2016) گزارش کردند که در گونه *Physalis peruviana* با کاهش فاصله بین بوته‌ها در هر دو سال آزمایش ارتفاع بوته افزایش یافت یا به‌عبارت دیگر با افزایش تراکم گیاهی در واحد سطح، ارتفاع بوته‌ها زیادتر شدند.

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد بیولوژیک گیاه عروسک پشت پرده در سطح یک درصد تحت تأثیر سن نشاء، تراکم بوته و اثر متقابل سن نشاء و تراکم بوته قرار گرفت (جدول ۱). از آنجایی‌که اثر متقابل سن نشاء و تراکم بوته معنی‌دار بود، برش‌دهی اثرات متقابل برای این صفت نیز انجام شد و نتایج برش‌دهی نشان داد که اثر سطوح مختلف تراکم در تمام سنین نشاء در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین تراکم‌های مختلف در هر سطح سن نشاء برای عملکرد بیولوژیک نشان داد که با افزایش تراکم در تمام سنین نشاء عملکرد بیولوژیک افزایش یافت، ولی این افزایش یکسان نبود. به‌طوری‌که با افزایش تراکم از ۵ به ۶/۷، ۱۰ و ۲۰ بوته در متر مربع عملکرد بیولوژیک در سن نشاء ۵ هفته به‌ترتیب ۸، ۴۷ و ۱۷۷ درصد، در سن نشاء ۸ هفته به‌ترتیب ۳۰، ۶۶ و ۱۱۳ درصد و در سن نشاء ۱۱ هفته به‌ترتیب ۳۴، ۵۰ و ۸۷ افزایش یافت (شکل ۴).

به‌طورکلی صرف‌نظر از تیمارهای سن نشاء، تراکم ۲۰ بوته در متر مربع نسبت به تراکم ۵ بوته حدود ۱۰۰ درصد باعث افزایش عملکرد بیولوژیک گردید (جدول ۳). مقدار زیست‌توده تک بوته با افزایش تراکم کاهش می‌یابد، که با افزایش تعداد بوته در متر مربع جبران می‌شود در نهایت در تراکم‌های بالاتر، افزایش مقدار عملکرد بیولوژیک در گیاهان رخ می‌دهد (Hashemi-Dezfouli and Herbert, 1992). مقدار زیست‌توده تولیدی در تراکم‌های بالاتر به علت جذب بیشتر نور و افزایش فتوسنتز افزایش می‌یابد (Seghat Al-Eslami and Mousavi, 2008). گومز و همکاران (Gomes *et al*., 2007) گزارش کردند افزایش تراکم سبب افزایش عملکرد زیست‌توده می‌شود. پیرزاد و همکاران (Pirzad *et al*., 2008) اظهار داشتند که در تراکم‌های بالا، وزن تک بوته گیاه بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) به دلیل رقابت درون گونه‌ای کاهش یافته ولی تعداد زیاد بوته‌ها کمبود وزن تک بوته‌ها را جبران کرده و باعث افزایش عملکرد بیولوژیک در واحد سطح می‌گردد. مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که عملکرد بیولوژیک نشاهای سن ۱۱ و ۸ هفته (به‌ترتیب ۱۲/۷ و ۱۱/۷ تن در هکتار) بیشتر از سن ۵ هفته (۳/۳ تن در هکتار) بود (جدول ۳). محققان گزارش کردند که در نشاکاری پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) سن نشاهای منتقل شده به زمین بر رشد این گیاه تأثیر به‌سزایی دارد (Dehghani *et al*., 2014).



شکل ٤- مقایسه میانگین تراکم‌های مختلف در هر سطح سن نشاء برای عملکرد بیولوژیک عروسک پشت پرده

Figure 4- Mean comparison for different plant density and different age of *Physalisalkekengi* transplant for biological yield

عملکرد میوه

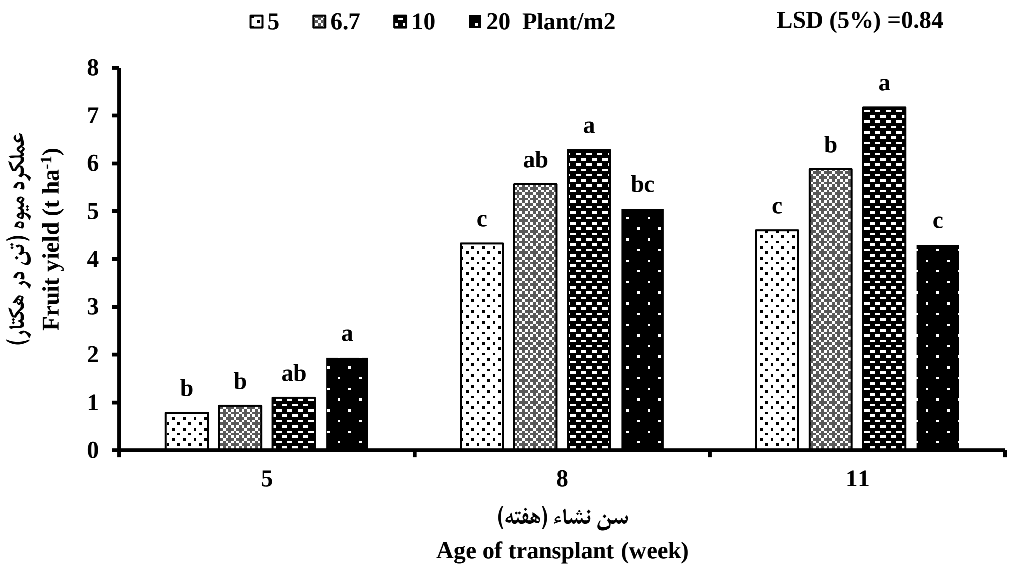
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سن نشاء، تراکم بوته و اثر متقابل سن نشاء و تراکم بوته بر عملکرد میوه در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). نتایج برش‌دهی اثرات متقابل نشان داد که اثر سطوح مختلف تراکم در سنین نشاء ۱۱ و ۸ هفته در سطح ۱ درصد و در سن نشاء ۵ هفته در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین تراکم‌های مختلف در هر سطح سن نشاء برای عملکرد میوه (شکل ۳) نشان داد که در سن نشاء ۱۱ هفته تراکم ۱۰ بوته (۷/۱ تن) بیشترین عملکرد را داشت و اختلاف آن با تراکم‌های دیگر معنی‌دار بود. همچنین بیشترین عملکرد در سن نشاء ۸ هفته مربوط به تراکم ۱۰ بوته (۶/۲ تن) بود ولی اختلاف آن با تراکم ۶/۷ بوته معنی‌دار نبود. در سن نشاء ۵ هفته شرایط متفاوت بود و تراکم ۲۰ بوته بیشترین عملکرد را داشت و اختلاف آن با تراکم‌های ۶/۷ و ۵ بوته معنی‌دار بود (شکل ۵).

به‌طور کلی صرف‌نظر از اثر تراکم، نشاهای سن ۱۱ و ۸ هفته به‌ترتیب با میانگین ۵/۴ و ۵/۳ تن در هکتار نسبت به سن نشاء ۵ هفته عملکرد بیشتری تولید کردند (جدول ۳). دستیابی به عملکرد بالا در نشاکاری به شدت به سن نشاء در زمان انتقال وابسته است (Hossain *et al*., 2001). سینگ و همکاران (Singh *et al*., 2013) گزارش کردند که سن نشاء و زمان انتقال بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه پنبه تأثیر معنی‌داری دارد. تأخیر در تاریخ کاشت یا کاشت نشاهای کوچک‌تر باعث می‌شود که گیاه در شرایط نامساعد محیطی وارد فاز زایشی شده و در اثر این شرایط لقاح گل‌ها به‌خوبی انجام نشود و از طرف دیگر بالا بودن دما در این دوران باعث می‌شود که گیاه در مدت زمان کمتری نیاز حرارتی خود را دریافت کند و طول دوره گلدهی کاهش یابد در نتیجه پتانسیل تولید میوه کاهش می‌یابد (Whitfield, 1992). گزارشات فراوانی وجود دارد که تأثیر سن نشاء و زمان کاشت نشاء را بر عملکرد نشان می‌دهد. گرابوسکا و همکاران (Grabowska *et al*., 2007) طی تحقیقی بر روی کلم بروکلی (*Brassica oleracea*) گزارش کرد که عملکرد نهایی تحت تأثیر سن نشاء قرار گرفته است. ولازو و کونیکی (Wlazło and Kunicki, 2003) گزارش کردند که بالاترین عملکرد کلم بروکلی در نشاهای سن ۸ هفته در مقایسه با چهار و شش هفته به‌دست آمد. حسن‌پور و همکاران (Hassanpoor *et al*., 2013) تأثیر زمان کاشت نشاء بر عملکرد و خصوصیات میوه چند رقم گوجه‌فرنگی را بررسی کردند. گزارش کردند که تأثیر معنی‌داری بر عملکرد میوه دارد و بیشترین مقدار عملکرد در تاریخ گیاهچه‌های مسن‌تر اتفاق افتاده بود. همچنین میانگین اثرات اصلی تراکم‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد میوه در تراکم ۱۰ بوته در متر مربع با میانگین عملکرد ۴/۸ تن در هکتار به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سایر تراکم‌ها داشت و افزایش عملکرد آن نسبت به عملکرد در تراکم ۵ بوته در متر مربع، ۵۰ درصد بود (جدول ۳). همواره بالا بودن تراکم از حد مطلوب باعث افزایش رقابت و پایین‌بودن آن باعث عدم استفاده از امکانات محیطی شده که نتیجه آن کاهش عملکرد می‌باشد (Martin and Deo, 2000). در تراکم‌های زیاد به دلیل افزایش رقابت بین گیاهان و تأثیر بر فتوسنتز و کمبود عناصر غذایی مقدار رشد و عملکرد گیاهان کاهش می‌یابد در شرایط کمبود نور روزنه‌ها بسته می‌شوند و در نتیجه فتوسنتز کاهش می‌یابد (Jolliffe and Gaye, 1995). عموماً عملکرد محصولات کشاورزی با افزایش تراکم تا یک حدی افزایش می‌یابد و بعد از آن کاهش می‌یابد (Akintoye *et al*., 2009). نتایج چندین مطالعه حاکی از تأثیر تراکم گیاهی بر عملکرد میوه گوجه‌فرنگی است (Stoffella and Bryan, 1988; Ara *et al*., 2007). کلینک (Klinac, 1986) در تحقیقی بر روی گونه *Physalis peruviana* گزارش کرد که بیشترین عملکرد میوه در بوته در کمترین تراکم حاصل شد در حالی‌که بیشترین عملکرد در واحد سطح در تراکم‌های زیادتر به‌دست آمد.

شاخص برداشت میوه

اثر سن نشاء و تراکم بوته در سطح یک درصد و اثرمتقابل سن نشاء و تراکم بوته در سطح ۵ درصد بر شاخص برداشت میوه عروسک پشت پرده معنی‌دار بود (جدول ۱). با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل سن نشاء و تراکم بوته، برش‌دهی اثرات متقابل برای این صفت انجام شد و نتایج آن نشان داد که اثر سطوح تراکم در سنین نشاء ۱۱ و ۸ هفته در سطح یک درصد معنی‌دار و در سن ۵ هفته غیرمعنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین تراکم‌های مختلف در هر سطح سن نشاء برای شاخص برداشت میوه نشان داد که در سنین ۱۱ و ۸ هفته کمترین مقدار مربوط به تراکم ۲۰ بوته (۲۵ و ۳۰ درصد) و اختلاف آن با هر سه تراکم دیگر معنی‌دار بود. همچنین در سن نشاء ۵ هفته کمترین مقدار شاخص برداشت میوه در تراکم ۲۰ بوته (۳۳ درصد) اتفاق افتاد با این تفاوت که اختلاف آن با سایر تراکم‌ها معنی‌دار نبود (شکل ۶).

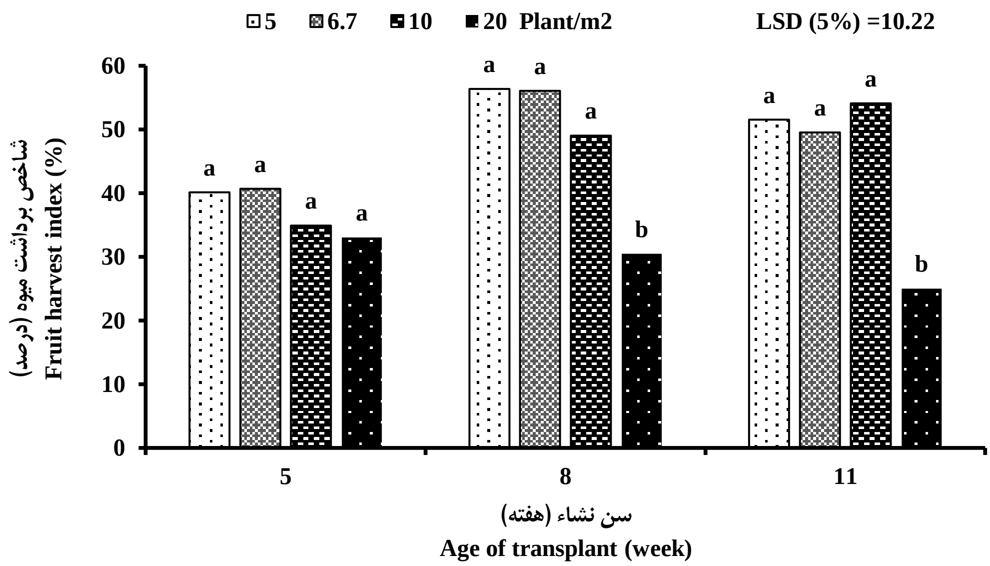
در تراکم‌های کمتر مقدار شاخص برداشت بیشتر است دلیل آن ممکن است رقابت کمتر گیاهان جهت جذب عوامل رشدی باشد (Bayat *et al*., 2012) و در تراکم‌های بالا رقابت برون و درون بوته‌ای افزایش یافته در نتیجه سهم دانه‌ها از مواد فتوسنتزی تولیدی کمتر می‌شود همین امر باعث کاهش شاخص برداشت می‌گردد (Hassanpoor *et al*., 2013).



شکل ۵- مقایسه میانگین تراکم‌های مختلف در هر سطح سن نشاء برای عملکرد میوه عروسک پشت پرده

Figure 5- Mean comparison for different plant density and different age of *Physalisalkekengi* transplant for fruit yield

ثقه‌الاسلامی و موسوی (Seghat Al-Eslami and Mousavi, 2008) در گیاه همیشه بهار (*Calendula officinalis*) و چوپان و همکاران (Choopan *et al*., 2014) در گیاه کدو پوست کاغذی گزارش کردند که با افزایش تراکم مقدار شاخص برداشت کاهش یافت. انتقال نشاهای کوچک و با سن کم باعث کاهش طول دوره رشد تا رسیدگی می‌شود و گیاه قبل از رسیدن به حداکثر سطح برگ وارد دوره زایشی شده و همین امر موجب تولید کمتر مواد فتوسنتزی در این دوره و در نتیجه کاهش عملکرد زایشی می‌گردد و در نتیجه کاهش شاخص برداشت میوه را به همراه دارد.



شکل ٦- مقایسه میانگین تراکم‌های مختلف در هر سطح سن نشاء برای شاخص برداشت میوه عروسک پشت پرده

Figure 6- Mean comparison for different plant density and different age of *Physalisalkekengi* transplant for fruit harvest index

نتیجه‌گیری

در این تحقیق سن نشاء و تراکم بوته تأثیر به‌سزایی بر صفات مورد مطالعه داشتند به‌طوری‌که سنین نشاء ۱۱ و ۸ هفته از نظر تمامی صفت‌ها شرایط ایده‌آل و برتری نسبت به نشاهای ۵ هفته داشتند. نشاهای ۵ هفته با توجه به این‌که در زمان انتقال کوچک، ضعیف و به اندازه نرمال نرسیده بودند نتوانستند رشد خوبی در مزرعه داشته و در نتیجه مقادیر صفات مورد نظر در این سن نشاء کمتر از سایرین بود. در مورد تراکم با توجه به صفات مورد بررسی نتایج متفاوتی حاصل شد. برای صفاتی که مرتبط با رشد رویشی بودند تراکم‌های بالا، نتایج بهتری در پی داشتند مانند عملکرد بیولوژیک و ارتفاع بوته که با افزایش تراکم مقادیر آن‌ها افزایش یافت، ولی در برخی صفات مانند وزن میوه در بوته، تعداد میوه در بوته، وزن تک میوه، تعداد دانه در میوه در تراکم‌های ۵ و ۶/۷ بهترین حالت بود. عملکرد میوه در واحد سطح در مقایسه با سایر صفات مورد بررسی متفاوت بود بیشترین عملکرد میوه در تراکم‌های ۱۰ و ۶/۷ به‌دست آمد. شاخص برداشت میوه در تراکم‌های ۵، ۶/۷ و ۱۰ بیشترین مقدار بود. در پایان می‌توان اشاره کرد که سن نشاء ۵ هفته با توجه به رشد ضعیفی که داشت باعث ایجاد خلل در تأثیرگذاری تراکم‌های مختلف شد. با توجه به اینکه هدف اصلی در تولید این گیاه عملکرد میوه در واحد سطح است، می‌توان مناسب‌ترین سن نشاء و تراکم بوته برای کاشت این گیاه در عرصه‌های زراعی، سن نشاء ۱۱ و ۸ هفته و تراکم ۱۰ بوته در متر مربع را توصیه نمود.

References

1. Ahmad, M. F. 2009. Effect of planting density on growth and yield of strawberry. Indian Journal of Horticulture 66 (1): 132-134.
2. Akintoye, H. A., Kintomo, A. A., and Adekunle, A. A. 2009. Yield and fruit quality of water melon in response to plant population. International Journal of Vegetable Science 15: 369-380.
3. Ali, A., and Singh, B. P. 2016. Studies on production potential of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) in sodic soil under varying agronomic manipulations. Journal of Applied and Natural Science 8 (1): 368-374.
4. Ameri, A., Nassiri, M., and Rezvani moghddam, P. 2007. Effects of different nitrogen levels and plant density on flower, essential oils and extract production and nitrogen use efficiency of Marigold (*Calendula officinalis*). Iranian Journal of Field Crops Research 5 (2): 315-325. (in Persian with English abstract).
5. Amini, Z., Hosseini, S. M., Ali Mohammadi, M., Sisakhti, A., and Eskandari, A. 2013. Adaptability of tomato cultivars with short growing period and determination of suitable planting date in northern cold region of Fars province. Journal of Plant Ecophysiology 13: 27-38. (in Persian with English abstract).
6. Aminifard, M. H., Aroiee, H., Ameri, A., and Fatemi, H. 2012 Effect of plant density and nitrogen fertilizer on growth yield and fruit quality of sweet pepper (*Capsicum annum* L.). African Journal of Agricultural Research 7 (6): 859-866.
7. Ara, N., Bashar, M. K., Begum, S., and Kakon, S. S. 2007. Effect of spacing and stem pruning on the growth and yield of tomato. International Journal of Sustainable Crop Production 2: 35-39.
8. Asgarnezhad, M. R., Zarei, Gh. R., and Zare zadeh, A. 2015. Effects of planting date and plant density on yield and yield components of *Brassica nigra* under Abarkooh climatic conditions. Electronic Journal of Crop Production 8 (3):183-198. (in Persian with English abstract).
9. Barkhi, A., Rashed-Mohassel, M., Nassiri-Mahallati, M., Hosseini, S., and Moazzen, S. 2009. Effect of planting pattern and plant density on growth, yield and yield components of maize (*Zea mays* L.) in competition with redroot pigweed (*Amaranthus retrofelexus*). Iranian Journal of Crop Sciences 11: 67-81. (in Persian with English abstract).
10. Bayat, R., Sabaghpour, S. H., Hatami, A., and Mehrabi, A. A. 2012. Study on effect of sowing date and plant density on grain yield and yield components of improved chickpea (*Cicer arietinum* L.) Kabuli type var. Arman. Iranian Journal of Pulses Research 3 (2): 65-72. (in Persian with English abstract).
11. Buttar, G. S., Sekhon, K. S., Sidhu, B. S., Thind, H. S., and Anureet, K. 2011. Effect of seedling transplanting systems on seed cotton yield and profit in Btcotton (*Gossypium hirsutum* L.) under semi-arid conditions of Punjab. Journal of Cotton Research and Development 25 (2): 207-209.
12. Cebula, S. 1995. Optimization of plant and shoot spacing ingreenhouse of sweet pepper. Acta Horticulturae 412: 321-328.
13. Charlo, H. C. O., Castoldi, R., Ito L. A., Fernandes, C., and Braz, L. T. 2007. Productivity of cherry tomatoes under protected cultivation carried out with different types of pruning and spacing. Acta Horticulturae 761: 323-326.
14. Choopan, F., Bannayan, M., Asadi, G. A., and Shabahang, J. 2014. Effects of planting date and density on yield and yield components of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) under Mashhad conditions. Journal of Agroecology 6 (2): 383-391. (in Persian with English abstract).

15. Cooper, P. E., and Morelock, T. E. 1983. Effect of transplant age on earliness, total yield and fruit weight of tomato. Ark Farm Research 32: 6.
16. Dehghani, M., Jafar Aghaei, M., and Mohammadikia, S. 2014. Effect of transplanting on yield and water use efficiency in Cotton. Journal of Water Research in Agriculture 28 (2): 308-314. (in Persian).
17. Elio, J., Cantliffe, D. J., and Hochmuth, G. J. 1998. Effect of plant density and shoot pruning on yield and quality of a summer greenhouse sweet pepper crop in Northcentral Florida. University of Florida. Gainesville.
18. Fortune, R. A., Burki, G., Innedy, T. K., and Osullivan, E. 1999. Effect of early sowing on the growth, yield and quality of sugar beet. Crops Research Center. Oak Park. Carlow.
19. Franco, J. L., Diaz, M., Dianez, F., and Camacho, F. 2009. Influence of different types of pruning on cherry tomato fruit production and quality. Journal of Food, Agriculture and Environment 7: 248-253.
20. Gent, N. 1992. Yield response to planting date and ventilation temperature of tomato grown in unheated high tunnelsin the north east of U.S.A. Acta Horticulturea 303: 53-60.
21. Girapu, R. K., and Kumar, A. 2006. Influence of nitrogen and spacing on growth, yield and economics of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) production. Proceedings of national symposium on production utilization and export of underutilized fruits with commercial potentialities. Mohanpur, West Bengal, India.
22. Gomes, H. E., Vieira, M. C., and Heredia, Z. N. A. 2007. Density and plant arrangement on *Calendula Officinalis* L. yield. Revista Brasileira de Plantas Medicinais 9: 117-123.
23. Grabowska, A., Kunicki, E., and Libik, A. 2007. Effects of age and cold storage of transplants on the growth and quality of broccoli heads. Vegetable Crops Research Bulletin 66: 31-38.
24. Hadley, P., Summerfield, R., and Roberts, E. 1983. Effects of temperature and photoperiod on reproductive development of selected grain legume crops. Temperate legumes: The physiology, genetics and nodulation. Davies. DR.
25. Hanare, M., and Hassani, G. H. 2014. Effects of Transplanting Stage of Seedling and Planting Depth on Growth and Yield of Tomato cv. Petoearly CH. Seed and Plant Production Journal 30 (1): 681-699. (in Persian with English abstract).
26. Hashemi-Dezfouli, A., and Herbert, S. J. 1992. Intensifying plant density response of corn with artificial shade. Agronomy Journal 84: 547-551.
27. Hassanpoor, A., Hassanpoor, A., and Abutalebi, A. H. 2013. Effect of Sowing Date on Yield and Fruit Characteristics of Greenhouse Tomato Cultivars. Seed and Plant Production Journal 2: 495-498. (in Persian with English abstract).
28. Hossain, M. F., Bhuiya, M. S. U., and Hasan, M. A. 2001. Effect of age of seedling and method of transplanting on the yield and yield components of aus rice. Bangladesh Journal of Agricultural Sciences 28: 359-365.
29. Ibrahim, H. M., Olasantan, F. O., and Oyewale, R. O. 2013. Age of seedling at transplanting influenced growth and fruit yield of sweet pepper (*Capsicum annum* L. cv. Rodo). Net Journal of Agricultural Science 1 (4): 107-110.
30. Izad Khah, M., Tajbakhsh, M., and Mousavi zade, S. A. 2011. Study effect of age and different size of transplants on yield, yield components and some characteristics on Onion (*Allium cepa* L.) storage. Journal of Horticultural Science and Technology 12 (1): 1-14. (in Persian).
31. Jankauskiene, J., Brazaityte, A., Bobinas, C., and Duchovskis, P. 2013. Effect of transplant growth stage on tomato productivity. Acta Sciencia Polonicae 12 (2): 143-152.
32. Jolliffe, P. A., and Gaye, M. M. 1995. Dynamics of growth and yield component responses of bell peppers (*Capsicum annuum* L.) to row covers and population density. Scientia Horticulturae 62 (3): 153-164.
33. Khajehpour, M. R. 1994. The principles of agronomy. Isfahan University of Technology Press. (in Persian).
34. Klinac, D. J. 1986. Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) production systems. New Zealand Journal of Experimental Agriculture14 (4): 425-430.
35. Leskovar, D. I., Cantliffe, D. J., and Stoffella, P. J. 1991. Growth and Yield of Tomato Plants in Response to Age of Transplants. Journal of the American Society for Horticultural Science116 (3): 416-420.
36. Liptay, A. 1987. Field survival and establishment of tomato transplants of various age and size. Acta Horticultural 220: 203-209.
37. Majnoon-Hosseini, N., Mohammadi, H., Poustini, K., and Zeinaly-Khanghah, H. 2003. Effect of plantdensity on agronomic characteristics, chlorophyll content and stem remobilization percentage in chickpea cultivars. Iran Agricultural Science Journal 34: 1011-1019.
38. Martin, R. J. and Deo, B. 2000. Effect of plant population on calendula (*Calendula officinalis* L.) flower production. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 28: 37-44.
39. Mehla, C. P., Srivastava, V. K., and Singh, J. 2000. Response of tomato (*Lycopersicon esculentum*) varieties to N and P fertilization and spacing. Indian Journal of Agricultural Research 34 (3): 182-184.
40. Peixoto, N., Peixoto, F. C., Vaz, U. L., Neri, S. C. M., and Monterio, J. G. 2010. Plant growth and production of husk tomato depending on organic fertilization and mulching. Horticultura Brasileira 28: 370-372.

41. Pirzad, A. R., Aliyari, H., Shakiba, M. R., Zehtab-Salmasi, S., Mohammadi, S. A. 2008. Effects of Irrigation and Plant Density on Water-Use Efficiency for Essential Oil Production in *Matricaria chamomilla* L. Journal of Agricultural Science 18 (2): 49-58. (in Persian with English abstract).
42. Ponce Valerio, J. J., Peña-Lomeli, A., Rodríguez-Pérez, J. E., Mora-Aguilar, R., Castro-Brindis, R., and Magaña Lira, N. 2012. Pruning and plant density in three varieties of husk tomato (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) grown under greenhouse conditions. Revista Chapingo. Serie Horticultura 18 (3): 325-332.
43. Puente, L. A., Pinto-Monoz, C. A., Castro, E. S., and Cortes, M. 2011. *Physalis peruviana* Linnaeus the multiple properties of a highly functional fruit, A review. Food Research International 44: 1733-1740.
44. Quiros, F. C. 1984. Overview of the genetics and breeding of husk tomato. Horticultural Science 19: 872-874.
45. Rahnama, A. 2007. Plant Physiology. Puran Research Publications, Tehran. (in Persian).
46. Rajnish, K. G., and Kumar, A. 2006. Influence of nitrogen and spacing on growth, yield and economics of Cape-Gooseberry production. proceeding of national symposium on production, utilization and export of underutilized fruits with comerical potentialities. Mohanpur, West Bengal (India).
47. Seghat Al-Eslami, M. J., and Mousavi, Gh. R. 2008. Effect of sowing date and plant density on grain and flower yield of Pot Marigold (*Calendula officinalis* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 6 (2): 263-269. (in Persian with English abstract).
48. Seifi, S., Nemati, S. H., Shoor, M., and Abedi, B. 2008. Effects of drought Stress Induced by Polyethylene Glycol on Germination and Morphophysiological Characteristics of Dill (*Anethum graveolens* L.). Journal of Horticultural Science 25 (2): 194-200. (in Persian with English abstract).
49. Sharma, R. 2004. Agro-Techniques of Medicinal Plants. Daya Publishing House. Delhi.
50. Shukla, K. N., and Dixit, R. S. 2000. Nutient and plant population management in summer green gram. Indian Journal of Agronomy 41: 78-83.
51. Singh, A. K., Parmar, A. S., and Pathak, R. 2002. Effect of spacing and nitrogen doses on yield and its attributes of determinate and indeterminate types of hybrid tomato (*Lycopersicon esculentum*). Progressive Horticulture 34 (2): 215-217 .
52. Singh, K., Singh, H., Singh, K., and Rathore, P. 2013. Effect of transplanting and seedling age on growth, yield attributes and seed cotton yield of Bt cotton (*Gossypium hirsutum*). The Indian Journal of Agricultural Sciences 5 (83): 508-513.
53. Soleymani Sardoo, M., Afsharmanesh, G., and Roudbari, Z. 2015. Evaluation effect of sowing date and plant density on yield and yield components of Mung bean in Jiroft conditions. Crop Science Research in Arid Region 1 (2): 177-186. (in Persian with English abstract).
54. Stoffella, P. J., and Bryan, H. H. 1988. Plant population influences growth and yields of bell pepper. Journal of the American Society for Horticultural Science 109: 642-645.
55. Tabrizi, L., Mohammadi, H., and Salehi, R. 2016. Optimizing growth and yield of Cape gooseberry by application of vermicompost under different plant densities. Agricultural Crop Management 17 (4): 989-1001. (in Persian with English abstract).
56. Travlos, I. S. 2012. Invasiveness of cut-leaf ground-cherry (*Physalis angulate* L.) populations and impact of soil water and nutrient availability. Chilean Journal of Agricultural Research 72: 358-363.
57. Tuan, N. M., and Mao, T. M. 2015. Effect of plant density on growth and yield of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) at Thai Nguyen, Vietnam. International Journal of Plant & Soil Science 7 (6): 357-361.
58. Tulukcu, E. 2012. Determination of yield and yield components of gooseberry (*Physalis peruviana*) grown in dry conditions. International Journal of Agronomy and Agricultural Research 2 (2): 22-29.
59. Vavrina, C. S. 1998. Transplant age in vegetable crops. Hort Technoligy 8 (4), Florida Agricultural Experiment Station Journal, Series R-06270.
60. Whitfield, D. M. 1992. Effect of temperature and ageing on CO_2 exchange of pods of oilseed rape. Field Crop Research 28: 801-805.
61. Wlazło, A., and Kunicki, E. 2003. The effect of transplant age and planting time on yield and quality of autumn broccoli. Folia Horticulturae 15 (2): 33-40.
62. Yu, Y., Sun, L., Ma, L., Li, J., Hu, L., and Liu, J. 2010. Investigation of the immunosuppressive activity of Physalin H on T lymphocytes. International Immunopharmacology 10: 290-297.

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 17, No. 3, Fall. 2019, p. 373-387

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۷، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸، ص. ۳۸۷-۳۷۳

The Effect of Transplant Age and Plant Density on Yield and Yield Components of Chinese Lantern (*Physalis alkekengi* L.) as a Medicinal Plant

A. Asgari[1], P. Rezvani Moghaddam[2]*, A. Koocheki[2]

Received: 30-10-2017
Accepted: 30-04-2018

Introduction

Nowadays, need for medicinal plants are increasing to the extent that it has become a very important in terms of trade. Chinese lantern belongs to Solanaceae family and it is indigenous to the American continent. There are many benefits to Chinese lantern such as anticancer activities against hepatitis and Diabetes. The optimum planting date of Chinese lantern is one the most important factors for a successful cultivation. Interactions between environmental and plant factors cause planting date, transplanting date and the age of the transplants vary from one location to another, even among different genotypes. Moreover, the optimum plant density is an essential factor to reach a high yield. In fact, low plant density leads sources to waste; on the other side, high plant density causes yield reduction due to intense competition. The present study aims to investigate the effects of different plant densities and age of transplants on yield and yield components of Chinese lantern in Mashhad, Iran.

Materials and Methods

A field study in a factorial experiment based on a randomized complete block design was carried out with three replications at the research field of faculty of agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran in 2016. The experimental treatments were the combination of transplants age (5, 8 and 11 weeks) and four levels of the plant density (5, 6.7, 10 and 20 plants per square meter). All the transplants were transferred in the field on May 5. Plots were designed with 3 m long and 2 m width, 0.5 m apart from each other. The first irrigation was done three days before transplanting date; and further irrigation was done immediately after transplanting. At the maturity stage, five plants in each plot were selected randomly to measure plant height, fruit number, fruit weight per plant, single fruit weight, the number of seeds per fruit and 1000 seeds weight. Final fruit yield, biological yields and harvest index were measured by harvesting 1 m^2 of the central part of each plot. All data were subjected to analysis of variance (ANOVA) using SAS 9.1 software (SAS, 2011). When F test indicated statistical significance at $p<0.01$ or $p<0.05$, the least significant difference (LSD) was used to separate the means.

Results and Discussion

The highest fruit weight per plant was acquired by the density of 5 plants per m^2 and transplant age of 8 and 11 weeks. Increasing plant density from 5 to 20 per m^2 led to decrease fruit weight in plant. In the low density, plants can access to the sufficient amount of recourses, so, yield rises; while in the high density, plant competition causes assimilation to reduce. The highest biological yield (16 tons per hectare) was obtained in the 8- and 11-week transplants, and density of 20 plants per m^2. The highest fruit yield was achieved at 10 plants per m^2 and 11-week-old transplant which was significantly different from the other treatments. The highest fruit yield was obtained by the density of 10 plants per m^2 followed by 6.7 plants per m^2 when 8-weeks transplant was used. The 11-week-old transplant and the density of 5 plants per m^2 produced the highest fruit number (109). In general, with increasing age of transplants, the number of seeds per fruit increased. The results showed that increasing age of transplants from 5 to 11 weeks led to increase seeds weight from 2.14 g to 2.87 g. Plant height increased significantly by increasing plant density. The density of 5, 6.7 and 10 plants per m^2, and 8 and 11 weeks old transplants had the highest harvest index. The lowest harvest index was seen at 20 plants per m^2. Overall, 5-week-old transplants could not produce proper mature plants; also, the density of 20 plants per m^2 was not favorite for most of the traits except for biological mass and plant height.

Conclusions

The results showed that plant density and the age of transplants had significant effects on the studied traits. All the traits were superior when 8- and 11-week old transplants were used. It seems that 5-week-old seedlings

1 And 2- PhD Student and Professor, respectively, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
(*- Corresponding Author Email: rezvani@um.ac.ir)

were not enough strong to grow well and did not have a normal plant size to provide successful mature plants in the field. Plant height and biological mass increased when plant density increased.

Keywords: Biological yield, Fruit yield, Harvest index, Plant height, 1000 seeds weight